



Geama

Revista GEAMA – Ciências Ambientais e Biotecnologia
Scientific Journal of Environmental Sciences and Biotechnology
ISSN: 2447-0740

6
2

ARTIGO

Expansão da agricultura irrigada por pivô central na região do Alto Teles Pires-MT utilizando sensoriamento remoto

Expansion of agriculture irrigated by central pivot in the region of Alto Teles Pires-MT using remote sensing

Claudineia Aguiar de Souza¹, Bruna Gonçalves Aquino¹, Tadeu Miranda de Queiroz¹

¹ Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Campus Nova Mutum, Mato Grosso, Brasil

Contato: claudineia.souza@unemat.br

Palavras-Chave

recursos hídricos
irrigação
fotointerpretação

RESUMO

O estado Mato Grosso, cuja atividade econômica mais expressiva é o agronegócio, utiliza em grande escala métodos de irrigação por sistema de pivô central, o qual encontra-se em franca expansão no setor de produção agrícola de todo o Brasil. Os registros de pedidos de outorga do uso de água para fins de irrigação na região do Alto Teles Pires - MT, onde se concentra a maior produção de grãos do país, indicam que a demanda por água na bacia cresceu exponencialmente. Por se tratar da atividade que mais utiliza água, a irrigação e a expansão de sua área devem ser monitoradas e o sensoriamento remoto é uma ferramenta que pode auxiliar na obtenção de dados e subsidiar o mapeamento. O objetivo deste trabalho é demonstrar através de técnicas do sensoriamento remoto o crescimento da irrigação por pivô central na região do Alto Teles Pires em um período de 20 anos através de fotointerpretação de imagens de satélites. Foram utilizadas imagens do período de seca disponibilizadas pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE; dos satélites Landsat 5, sensor TM e Landsat 8, sensor OLI, que foram tratadas utilizando o software Esri ArcGIS v. 10.3. Os resultados apontam um aumento de aproximadamente 260% da área total irrigada por pivô central. Devido ao elevado consumo de água inerente à atividade da agricultura irrigada, sua expansão na região pode se tornar preocupante frente ao aumento das outras atividades igualmente demandantes deste recurso e seus respectivos usos consuntivos.

Key-word

water resources
irrigation
photo interpretation

ABSTRACT

The state of Mato Grosso, whose most significant economic activity is agribusiness, uses large-scale irrigation methods through system of center pivot, which is in full ongoing expansion on the sector of agricultural business throughout Brazil. The registries of requests for water use for irrigation purposes in the region of Alto Teles Pires - MT, where the largest grain production of the country is concentrated, indicate that the demand for water in the basin has grown exponentially. Since the irrigation demands a large volume of water your activities and extension must be monitored and the remote sensing is the best tool to catch data to support the mapping. The aim of this paper is to demonstrate through techniques of remote sensing the increasing of the central pivot irrigation in the region of Alto Teles Pires over a period of 20 year through satellite imagery, photo interpretation. Images were provided for Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE (National Institute for Spatial Research) from the Satellite Landsat 7, sensor TM and Landsat 8, and sensor OLI. The data of interest were based on agricultural intercrops, due to the obvious visual comparison and performed by using the Esri ArcGIS v. 10.3 software. The results achieved indicate an increase of 260% of areas irrigated by the central-pivot method. Due to its high-water consumption, the expansion of irrigated agriculture in the region may become worrying in view of the increase in other activities equally demanding this resource and their respective consultative uses.

Informações do artigo

Recebido: 25 de outubro, 2019
Aceito: 10 de agosto, 2020
Publicado: 29 de agosto, 2020

Introdução

A irrigação é uma técnica de produção agrícola que por utilizar demasiado volume de água, tem sido vista como vilã no processo de uso compartilhado do recurso hídrico, pois concorre diretamente, em algumas regiões, com o setor da indústria e o abastecimento urbano, devido critérios de prioridade e equidade (QUEIROZ et al., 2008). A agricultura irrigada está em expansão em todo o Brasil com adoção dos métodos de aspersão, como o pivô central.

O Pivô Central é um método de irrigação baseado em um sistema de movimentação circular, constituído em geral de uma tubulação para condução de água sob pressão com vários aspersores de comprimento variável, suportada por torres dotadas de rodas, nas quais operam os dispositivos de propulsão do sistema, imprimindo à linha um movimento de rotação em torno de um ponto ou pivô, que lhe serve de ancoragem e de tomada de água (BERNARDO et al., 2006).

No Brasil, de acordo com o levantamento realizado pela Agência Nacional de Água (ANA) em parceria com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), a caracterização e análise da série histórica e do mapeamento atualizado de pivôs são fundamentais para garantir a segurança hídrica para o setor agrícola e promover o desenvolvimento regional, uma vez que a irrigação e os sistemas de pivôs centrais deverão continuar liderando a expansão no país (ANA, 2016).

Para acompanhar essa rápida evolução, é necessário o uso de ferramentas que auxiliem na identificação dessas áreas, sendo o sensoriamento remoto uma importante tecnologia para fornecimento de dados que possam subsidiar esse mapeamento (ZANOTTA et al., 2019).

O sensoriamento remoto é definido como uma tecnologia que adquire informações sobre objetos sem manter contato físico com eles (LILLESAND e KIEFER, 1994). É a utilização conjunta de sensores, equipamentos para processamento de dados, entre outros, com a finalidade de estudar o ambiente terrestre por meio do registro e da análise das interações entre a radiação eletromagnética e as diversas coberturas que compõem a superfície terrestre (NOVO, 1989).

A energia eletromagnética é a que se encontra em maior quantidade na Terra e tem sua origem no Sol, de onde se propaga para todo espaço, por meio de ondas eletromagnéticas, na forma de radiação.

A intensidade da radiação eletromagnética que atinge um sensor é o parâmetro utilizado para a obtenção dos dados dos alvos da superfície terrestre que, posteriormente são transformados em uma medida passível de interpretação (MORAES, 2008). Para a agricultura a técnica possibilita informações sobre: estimativa de área plantada, produção agrícola, modelos agro meteorológicos, além de fornecer subsídios para o manejo agrícola em nível de país, estado, município ou ainda em nível de bacia hidrográfica (PONZONI et al., 2019).

Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2018) Mato Grosso é o segundo estado com maior produção agrícola do Brasil, correspondendo a 14,8% do total produzido no país.

A expansão da fronteira agrícola teve início na década de 1940 por meio de políticas públicas que trouxeram para o estado um grande contingente populacional com a implantação de diversos projetos de colonização e de reforma agrária, que por sua vez, foram consolidadas através da construção da rodovia Cuiabá – Santarém (BR – 163), a qual se tornou a principal via de escoamento da produção de grãos do estado (MORENO, 2005). Segundo o levantamento da ANA, num curto e médio prazo, o estado de Mato Grosso terá relevante destaque no cenário nacional devido seu potencial de expansão de área irrigada, em especial na região norte do estado onde se encontra a bacia do rio Teles Pires (ANA, 2016).

As técnicas de sensoriamento remoto aplicadas à gestão ambiental são uma realidade atual, o uso das ferramentas digitais e de modelos matemáticos permitem prever e simular situações e cenários o que contribuem para correta gestão da ocupação territorial, bem como dos recursos naturais. A utilização das geotecnologias para mapeamento dos pivôs centrais é de simples aplicabilidade, pois a geometria circular padrão dos pivôs centrais se destaca na imagem e promove uma fácil identificação por fotointerpretação. (SCHMIDT et al., 2004; TOLEDO e MORAES, 2018).

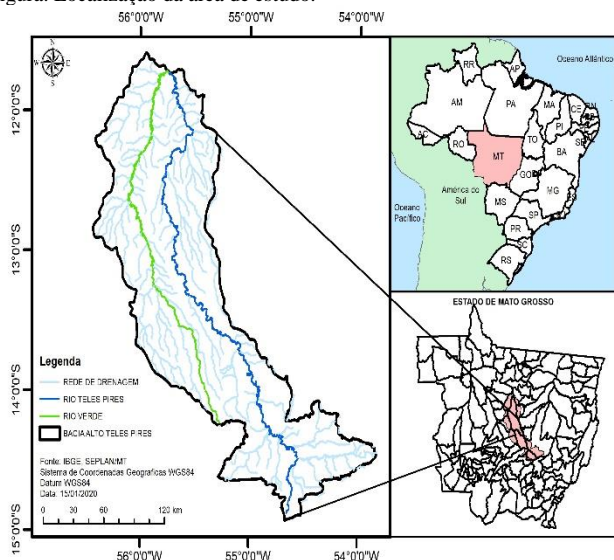
A Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, estabelece a Política Nacional de Recursos Hídricos e tem como unidade de gestão a bacia hidrográfica, que pode ser definida como área de captação natural de água oriunda da precipitação que através de uma rede de drenagem faz convergir para um único ponto de saída (TUNDISI et al., 2006). A gestão hídrica baseada no recorte territorial da bacia hidrográfica deve ocorrer de forma integrada, avaliando a interação da água com os meios físicos, bióticos e socioeconômicos. É através desse modelo de gestão que se pode garantir a qualidade nas tomadas de decisão, inclusive como forma de diminuir a incerteza e de garantir a sustentabilidade dos sistemas (BRAGA et al., 2006).

Este trabalho teve como objetivo demonstrar, utilizando técnicas do sensoriamento remoto, o crescimento da irrigação por pivô central na região do Alto Teles Pires - MT em um período de 20 anos.

Material e Métodos

A região do Alto Rio Teles Pires (Figura 1) apresenta os rios Teles Pires e Verde como seus principais cursos d'água, cujas nascentes se localizam nos municípios de Paranatinga, Planalto da Serra, Nova Brasilândia e Rosário Oeste (Rio Teles Pires) e por fim Nova Mutum e Santa Rita do Trivelato (Rio Verde). A região hidrográfica do Alto Teles Pires possui, entre suas nascentes até a foz no Rio Verde, aproximadamente 34.626 km² de área de drenagem (VEIGA et al., 2013). O clima da região é do tipo AW, ou seja, clima alternado entre úmido e seco, com temperaturas médias variando de 23,1 a 24,2 °C e pluviosidade anual total entre 1.700 e 1.850 mm. (TARIFA, 2011).

Figura. Localização da área de estudo.



Fonte: Os Autores (2019)

A metodologia utilizada no trabalho foi proposta por Guimarães e Landau (2011) que realizaram um levantamento de pivôs central por meio de fotointerpretação de imagens de satélites no estado de Minas Gerais. Os dados de limite utilizados no trabalho foram obtidos nos registros oficiais da Secretaria de Planejamento do Estado de Mato Grosso (SEPLAN-MT) e ANA que forneceram *shapes* referentes a Limite Municipal e Rede Hidrográfica, na escala 1:250.000. As imagens dos satélites (*Landsat 5*, sensor *TM*, *Landsat 8*, sensor *OLI*) com resolução espacial de 30 metros foram obtidas na base de dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), (INPE, 2018). Para avaliar a evolução da expansão da área irrigada foram utilizadas imagens com intervalo de 10 anos, 1995, 2005 e 2015, no período seco do ano, onde a ocorrência de nuvens é menor e a comparação visual entre as áreas irrigadas e áreas não irrigadas se tornam mais evidentes. Foram selecionadas as melhores imagens nos meses de agosto e setembro conforme a Tabela 1.

Tabela 1. Características das imagens

Data da imagem	órbita/ponto	Satélite	Sensor
16/08/1995	226/68 e 226/69	Landsat 5	TM
01/09/1995	226/70		
08/09/1995	227/67 e 227/68		
10/09/1995	225/70		
17/09/1995	226/70		
12/09/2005	226/70	Landsat 5	TM
19/09/2005	227/68 e 227/79		
21/09/2005	225/70		
28/09/2005	226/68; 226/69 e 226/70		
08/09/2015	226/70	Landsat 8	OLI
15/09/2015	227/68 e 227/69		
17/09/2015	225/70		
24/09/2015	226/68; 226/69 e 226/70		

Fonte: Autores, 2019

O processamento das imagens foi realizado no software *Esri ArcGIS v. 10.3* adotando procedimentos semelhantes ao de Klemp (2010) que em seu trabalho de mapeamento de pivôs centrais na bacia do Rio das Mortes em Mato Grosso também utilizou a interpretação visual das imagens e o mesmo software. Após aquisição dos dados brutos e recorte da área de interesse, usando como limite os vetores dos municípios e divisão das bacias hidrográficas, foi realizada a conversão radiométrica, onde as imagens são convertidas da resolução 16 bits para 8 bits, reduzindo pela metade o tamanho do arquivo. Em seguida foram realizados os procedimentos de composição colorida das imagens, que é baseado na composição RGB (*Red*, *Green* e *Blue*), e se refere ao sistema aditivo de cores primárias que são combinadas de várias formas para reproduzir um largo espectro de cores possíveis (ZANOTTA et al., 2019). Tal composição é conhecida também como falsa cor pelo fato de utilizar as faixas do infravermelho. Neste trabalho as cenas continham as seguintes composições (R:5, G:4, B:3) e (R:6, G:4, B:4) para o satélite *Landsat 5* e *Landsat 8* respectivamente.

Após a composição de cores realizou-se o processo de vetorização de áreas via varredura visual, polígonos foram criados circundando áreas que apresentassem formato circular ou semicircular, geometria característica dos pivôs centrais, que foram facilmente identificados nas imagens. Após as identificações, os dados foram analisados e lançados em planilha eletrônica para o cálculo do total de pivôs e de suas respectivas áreas. Os arquivos *shapefile* obtidos pós identificação visual das imagens foram comparados com imagens disponibilizadas na plataforma Google Earth também com os *shapefiles* disponibilizados nos portais do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH) e de Metadados da ANA, sendo que este último é produto do levantamento da área e do número de equipamentos de irrigação por pivô central no Brasil, estudo realizado em 2014 e atualizado em 2017 pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Milho e Sorgo em parceria com a ANA, o qual tinha como objetivo realizar a conferência do total de pivôs mapeados.

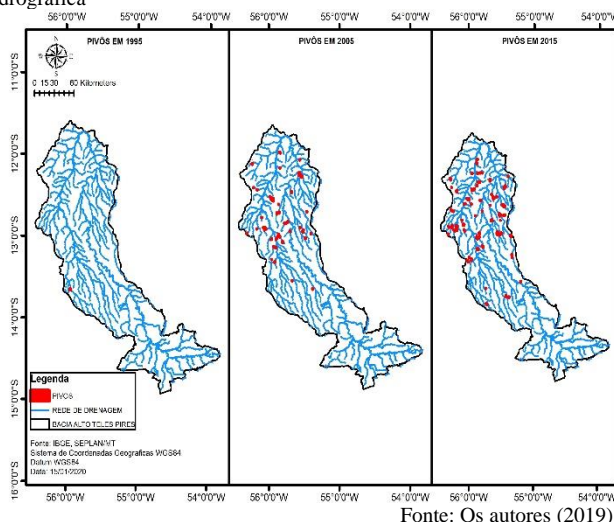
Resultados e Discussões

No ano de 1995 foram mapeados na sub-bacia do Alto Teles Pires 1 área de pivô central, totalizando 1,28 km², no ano de 2005 esse número subiu para 79 pivôs em área de 97,85 km², já para o ano de 2015 totalizaram 214 pivôs ocupando área de 267,91 km². Nos últimos anos aumentaram o número das solicitações de outorga de direito de uso junto à Secretaria de Estado de Meio Ambiente de Mato Grosso (SEMA-MT) na região do Alto Teles Pires para o uso na irrigação, principalmente pelo método de pivô central. Segundo informações da Superintendência de Recursos Hídricos da SEMA-MT até o mês de setembro de 2019 foram emitidas na bacia 416 outorgas de direito de uso para captação superficial com a finalidade do uso na irrigação, sendo 398 pelo método de pivô central o que corresponde a 1,38% da área total da bacia. As principais culturas irrigadas são algodão, milho, feijão, frutas, pastagens, soja e sorgo (SEMA-MT, 2019).

Esse número de outorgas emitidas é significativo tendo em vista que a outorga, um instrumento da Política Nacional de Recursos Hídricos, só foi regulamentada no ano de 2007 através do decreto nº 336 de 06 de junho de 2007 e efetivamente implementada nos anos posteriores, e esse número tende a aumentar, tendo em vista o pequeno percentual de área irrigada atual com relação à área total da bacia (SEMA-MT, 2019).

A Figura 2 ilustra a evolução temporal da área irrigada por pivôs na bacia hidrográfica do Alto Teles Pires, o setor agrícola na bacia é o maior consumidor de água, esse aumento da agricultura irrigada é consequência da expansão da área plantada e da utilização de técnicas modernas de produção, aliados aos bons preços pagos aos produtos agrícolas brasileiros e a crescente demanda mundial (NASCIMENTO et al., 2018).

Figura 2. Expansão da área de pivô central em 20 anos na bacia hidrográfica



Resultados semelhantes foram encontrados por Oliveira (2017) em seu estudo realizado no município de Primavera do Leste-MT, onde houve um aumento significativo no número de pivôs ao longo dos anos. Klemp e Zeilhofer (2009) dizem que a explicação para o crescimento agrícola, se deu em virtude do momento econômico do país, com as políticas públicas de incentivo agrícola e o direcionamento de recursos financeiros para o setor por meio de financiamentos, o que possivelmente contribuiu para o aumento da área irrigada. Cessa e Rizzi (2017), encontraram uma expansão de pivô central de 220 % no período de 2011 a 2015 em Sorriso, município pertencente à região do Alto Teles Pires, totalizando 93 pivôs centrais, sendo que 18 % contêm áreas menores do que 100 hectares e 80 % com áreas maiores que 100 e até 200 hectares. Esse aumento, segundo os autores, possibilita três safras em um único ano agrícola, com destaque para a “sequência” soja, milho e feijoeiro, o que coloca o município entre os principais produtores no cenário nacional. Segundo dados do relatório da Produção Agrícola Municipal (PAM) realizado pelo IBGE, o município de Sorriso, liderou pela terceira vez consecutiva o ranking dos maiores produtores nacionais no valor de produção, com R\$ 3,3 bilhões destacando à produção de soja, milho, feijão e algodão herbáceo (IBGE, 2018).

Mato Grosso seguiu a tendência nacional de aumento de área irrigada. Segundo Martins et al. (2016), que avaliaram o avanço de pivôs centrais no município de Morrinhos no estado de Goiás, encontrando uma expansão de 2014 % nas unidades implantadas no período de 1995 a 2015, percentual superior ao da área total cultivada no mesmo período, que foi de 1035% , os autores explicam essa disparidade ao fato de que os produtores tiveram que adequar o tamanho dos pivôs às áreas planas disponíveis o que reduziu o tamanho médio de 0,9 km² no ano de 1995, para 0,50 km² no ano 2015. No trabalho de Ferreira et al. (2018), os autores também encontraram um expressivo aumento de áreas irrigadas em Minas Gerais mapeando um total de 2.301 pivôs centrais totalizando 134.741,11 hectares. Esse aumento foi associado a relevo e a alterações climáticas, pois o estado apresenta extensas áreas planas, onde a mecanização agrícola é favorecida, e regiões que atualmente faz uso da irrigação, no passado se produzia sem a necessidade de complemento hídrico

A variabilidade climática, nos últimos anos, tem gerado secas ainda mais prolongadas e intensas em algumas regiões do país. A região Sudeste nos anos de 2014/2015 sofreu a mais severa crise hídrica quando seu maior reservatório alcançou o menor nível histórico (MARENGO, 2014). Essas mudanças climáticas justificam o constante monitoramento do aumento das áreas irrigadas, pois a agricultura irrigada atualmente está em expansão em áreas que tradicionalmente não necessitavam desse complemento hídrico.

Neste contexto, a identificação e monitoramento da expansão das áreas irrigadas são primordiais para a efetiva implementação das políticas de gestão dos recursos hídricos dentro dos princípios de sustentabilidade ambiental nas bacias hidrográficas (LANDAU et al., 2014). Em especial a aplicação dos instrumentos de outorga de direito de uso e cobrança, exigências legais que tem por objetivo disciplinar o uso, fomentando o aumento da eficiência e a redução do desperdício.

Conclusão

As técnicas de sensoriamento remoto permitiram mapear a evolução do número de pivôs centrais na região de estudo e se mostrou uma importante ferramenta para gestão territorial e hídrica.

Houve um expressivo aumento da agricultura irrigada na região do Alto Teles Pires – MT, onde a área total irrigada aumentou 274% em uma década, e o número de pivôs cresceu de 79 para 214 em 10 anos. Monitorar a expansão da área irrigada é de extrema importância para nortear a gestão dos recursos hídricos da região, por se tratar da principal atividade demandante de recursos hídricos. Seu uso desordenado pode causar impactos adversos ao meio ambiente, comprometer a disponibilidade hídrica para os demais usuários da bacia podendo gerar conflitos regionais pelo uso deste recurso. O monitoramento climático da região também se faz necessário. Séries históricas de dados consistentes auxiliam na previsibilidade de eventos extremos o que contribui para o manejo agrícola e gestão hídrica mais eficientes.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, agradeço também ao Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - ProfÁgua, Projeto CAPES/ANA AUXPE Nº. 2717/2015, pelo apoio técnico científico aportado até o momento.

Referências

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUA (Brasil). **Levantamento da Agricultura Irrigada por Pivôs Centrais no Brasil - 2014: relatório síntese**. Brasília, DF: ANA, 2016. 33 p.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUA (Brasil). **Mapa de Divisão Hidrográfica**. Brasília, DF: ANA; 2019. Disponível em: <http://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/main.home>. Acesso em 27 abr. 2019.
- BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 8. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa - UFV, 2006.
- BRAGA, B.; PORTO, M.; TUCCI, C. E. M. **Monitoramento de quantidade e qualidade das águas**. In: REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. (Org.). **Água doce no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. 3. ed. São Paulo: Escrituras Editoras. cap.5, p.145-160. 2006
- BRASIL. Decreto-Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a política nacional de recursos hídricos. Brasília, DF: Diário Oficial da República Federativa do Brasil, 1997. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm. Acesso em 04 nov. 2019.
- CESSA, R.M.A; RIZZI, T.S. Identificação de microbacias contendo pivôs centrais no município de Sorriso (MT): estudo contributivo à outorga do uso de água. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre -MG, v. 9, n. 4, p.23-31 out-dez. 2017.
- FERREIRA, D.S. RIBEIRO, W. R.; GONÇALVES, M.S.; PINHEIRO, A. A.; SALES, R.A.; REIS, E.F. Cenário da área irrigada por pivô central no Triângulo Mineiro, no Estado de Minas Gerais. **Revista Nativa**, v. 6, n. 6, p. 613-618, nov./dez. 2018.
- GUIMARÃES, D. P; LANDAU, E. C. Mapeamento das áreas irrigadas por pivôs centrais no Estado de Minas Gerais. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, MG, p. 23, 2011.
- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (Brasil). **Catálogo de Imagens**. São José dos Campos: INPE, 2018: <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>. Acesso em: 03 mai. 2018.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção Agrícola Municipal-PAM em 2018**. 2018. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/66/pam_2018_v45_br_informativo.pdf > Acesso em: 05 dezembro de 2019
- KLEMP, S. M.; ZEILHOFER, P. Análise preliminar da dinâmica de implantação de pivôs de irrigação central, de 1985-2005 na bacia hidrográfica do Alto rio das Mortes – MT, Brasil. **Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Natal, p. 25-30, 2009.
- KLEMP, S. M. **Análise espaço-temporal de pivôs de irrigação central, na Bacia Hidrográfica do Alto Rio das Mortes – MT**. Dissertação de Mestrado. Instituto de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal de Mato Grosso-UFMT. Cuiabá-MT, 2010.
- LANDAU, E. C.; GUIMARÃES, D. P.; SOUSA, D. L. Concentração de áreas irrigadas por pivôs centrais no estado da Bahia – Brasil. **Anais VII Simpósio Regional de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto**, Aracaju, p. 249-253, 2014.
- LILLESAND, T.M.; KIEFER, R.W. **Remote sensing and image interpretation**. New York: John Wiley & Sons, 1994.
- MARENGO, J. A. Mudanças Climáticas, Condições Meteorológicas Extremas e Eventos Climáticos no Brasil. In: FBDS (org.) **Mudanças Climáticas Eventos Extremos no Brasil**. p: 05-19. FBDS & LLOYD'S.2010. **Revista USP**, São Paulo, n. 103, p. 25-32, 2014.
- MARTINS, A.R; LARANJA, R.E.P; FERREIRA, I.M.; SANTOS, E.V. Evolução da prática de irrigação por pivô central no município de Mourinho (GO) e a pressão sobre os recursos hídricos. **Revista Ambiência**, Guarapuava, v.12 Ed. Especial, p. 881 – 890, nov. 2016.
- MORAES, E. C. **Fundamentos do Sensoriamento Remoto**. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 2008. Disponível em: http://www.cdcc.usp.br/cda/oba/aeb/sensoriamento_remoto_alta_resolucao2008.pdf. Acesso em: 12 de jun. de 2019
- MORENO, G. **Políticas e estratégias de ocupação** in: HIGA, T. C. S. Geografia de Mato Grosso. Cuiabá: Entrelinhas, p. 34-51.2005
- NASCIMENTO, A. P. P.; FIGUEIREDO, A. M. R.; MIRANDA, P. R. Dimensão do PIB do agronegócio na economia de Mato Grosso. **Revista Ensaios FEE**, Porto Alegre, v. 38, n. 4, p. 903-930, mar. 2018.
- NOVO, E. M. L. de M. **Sensoriamento Remoto: Princípios e Aplicações**. Editora Edgar Blücher Ltda. São José dos Campos, 1989.
- OLIVEIRA, R. D. **Técnicas de Sensoriamento Remoto Aplicadas para identificação e monitoramento de pivô central na região de Primavera do Leste – MT**. Trabalho de conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Mato Grosso, Campo Verde, 2017.
- PONZONI, F.J.; SHIMABUKURO, Y.E. & KUPLICH, T.M. **Sensoriamento remoto da vegetação: imagens de satélite**. Editora Oficina de Textos. São Paulo. 2ª ed. 2019.
- QUEIROZ, T. M.; BOTREL, T. A.; FRIZZONE, J. A. Desenvolvimento de software e hardware para irrigação de precisão usando pivô central. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 28, n.1, p. 44-54, jan./mar. 2008.

SCHMIDT, W, COELHO, R.D; JACOMAZZI, M.A.; ANTUNES, M.A.H. Distribuição espacial de pivôs centrais no Brasil: I – Região Sudeste. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 8, n.2-3, p. 330-333, abr. 2004.

MATO GROSSO. Secretaria de Planejamento-SEPLAN-MT. **Portal Metadados**. Disponível em: <http://www.seplan.mt.gov.br>. Acesso em: 27/02/2019.

SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE SEMA-MT. Portal SIMLAM. Disponível em: <https://monitoramento.sema.mt.gov.br/simlam/#>. Acesso em: 27/12/19.

TARIFA, J.R. Clima. In: CAMARGO, L. **Atlas de Mato Grosso**. Editora Entrelinhas/SEPLAN/SEMA. Cuiabá, p. 52-57, 2011.

TOLEDO, E.F., MORAES, E.E. Levantamento e atualização dos sistemas de irrigação por pivô central instalados nos municípios de Paraúna e Palmeiras de Goiás. **Revista Engenharia na Agricultura**, v.26, n.03, p.277-283, 2018

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, M. T.; ABE, D. S.; ROCHA, O; STARLING, F. **Limnologia de águas interiores: impactos, conservação e recuperação de ecossistemas aquáticos**. In: REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. (Orgs.). **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. 3. ed. São Paulo: Escrituras Editoras, 2006. cap. 7, p.203-240.

VEIGA, A. M.; MELO, D. C. R.; SOARES, A. K.; TRINDADE, M. C.; MELLO, L. T. A.; SOUZA, R. M. Diagnóstico das vazões do Rio Teles Pires. **Anais XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**, 2013, Bento Gonçalves, RS. Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2013.

ZANOTTA, D.C.; FERREIRA, M.P. & ZORTEA, M. **Processamento de imagens de satélite**. Editora Oficina de Textos. São Paulo.2019.

Ventura, T, M, et al, Análise da aplicabilidade de métodos estatísticos para preenchimento de falhas em dados meteorológicos, *Revista Brasileira de Climatologia*, v,19, p,168-177, 2016,

Viola, M. R. et al. Métodos de interpolação espacial para o mapeamento da precipitação pluvial. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.14, n.9, p.970–978, 2010.

Willmott, C,J, On validation of models, **Physical Geography**, v,2, p,184-194, 1981.